

RECORDING HEAD FOR MAGNETIC DISK DEVICE

Patent Number: JP2002319108

Publication date: 2002-10-31

Inventor(s): MARUYAMA YOJI; IWAKURA TADAYUKI; ISHII SEI

Applicant(s): HITACHI LTD

Requested Patent: JP2002319108

Application Number: JP20010125670 20010424

Priority Number(s):

IPC Classification: G11B5/31

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To disclose/provide a new magnetic head structure capable of narrowing a magnetic pole track width without any daring use of a highly accurate exposing means, and reducing the manufacturing unit price of a magnetic head.

SOLUTION: In the recording head having a recording gap in a part of a magnetic path, and at least, a function of realizing a recording operation in a magnetic recording medium by a magnetic field leaked from the recording gap, the recording gap is composed of a conductive nonmagnetic film 22, the conductive nonmagnetic film is arranged between first and second soft magnetic films 21 and 23, each of the first and second soft magnetic films is composed of a plurality of continuously formed magnetic films, and an area seen in the forming film direction of the first and second soft magnetic films includes at least an area increased in the film forming area.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-319108

(P2002-319108A)

(43) 公開日 平成14年10月31日 (2002. 10. 31)

(51) IntCl.⁷

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

テームコード (参考)

D 5 D 0 3 3

C

E

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-125670 (P2001-125670)

(22) 出願日 平成13年4月24日 (2001. 4. 24)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 丸山 洋治

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72) 発明者 岩倉 忠幸

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外2名)

最終頁に続く

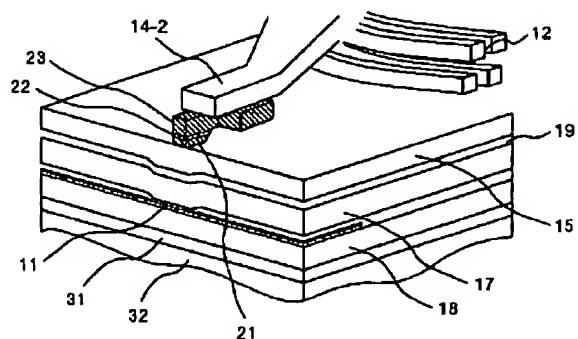
(54) 【発明の名称】 磁気ディスク装置用記録ヘッド

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 従来の記録ヘッドでは、レジストパターンの形成に高額(高精度)の露光装置を適用する必要があった。このため、多額の投資が必要となり、安価なヘッドを製造することが困難であった。

【解決手段】 磁路の一部に記録ギャップを有し、記録ギャップからの漏洩磁界により磁気記録媒体への記録動作を実現する機能を少なくとも有する記録ヘッドに於いて、記録ギャップは導電性非磁性膜22から構成され、導電性非磁性膜は第1の軟磁性体膜21と第2の軟磁性体膜23の間に配置され、第一と第二の軟磁性膜はそれぞれ連続的に成膜された複数の磁性膜から構成され、かつ、第一と第二の軟磁性膜の成膜方向にみた面積はその成長方向に対して少なくとも増加する領域を含む構成とする。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】磁路の一部に記録ギャップを有し、該記録ギャップからの漏洩磁界により磁気記録媒体に情報を記録する記録ヘッドに於いて、前記記録ギャップは、第1の軟磁性体膜と第2の軟磁性体膜の間に配置された導電性非磁性膜からなり、前記第1と第2の軟磁性体膜はそれぞれ積層方向に漸増するように成膜された部分を備えることを特徴とするめっき積層構造からなる磁気ディスク装置用記録ヘッド。

【請求項2】上記第1の軟磁性体膜と第2の軟磁性体膜はそれぞれ組成の異なる複数の磁性膜からなることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク装置用記録ヘッド。

【請求項3】前記第1の軟磁性膜、記録ギャップ膜、第2の軟磁性膜は、第1の軟磁性膜、記録ギャップ膜、第2の軟磁性膜の順に積層されたことを特徴とする請求項1に記載の記録部を有する磁気ディスク装置用記録ヘッド。

【請求項4】上記第2の軟磁性膜の成膜方向にみた面積は導電性非磁性膜と接する領域の面積が最も狭く、かつ、膜成長方向に対して漸増していることを特徴とする請求項1に記載の記録部を有する磁気ディスク装置用記録ヘッド。

【請求項5】記録媒体面に対向する磁気ヘッド面に露出する上記第1の軟磁性体膜、導電性非磁性膜及び第2の軟磁性体膜の形状に於いて、記録トラック幅を制限する第1の軟磁性体膜の幅、導電性非磁性膜の幅、及び第2の軟磁性体膜の幅が各々等しいことを特徴とする請求項1に記載の磁気ディスク装置用記録ヘッド。

【請求項6】前記第1の軟磁性体膜の、記録媒体面に対向する磁気ヘッド面に垂直な方向の長さが前記第2の軟磁性体膜の該方向の長さ比べ短いことを特徴とする請求項1に記載の磁気ディスク装置用記録ヘッド。

【請求項7】前記第2の軟磁性膜の一部に第3の軟磁性膜が磁氣的に結合されると共に、前記第1の軟磁性膜の一部に第4の軟磁性膜が磁氣的に結合され、これら結合部から離れた端部で前記第3の軟磁性体膜と前記第4の軟磁性膜とが磁氣的に結合されていることを特徴とする請求項1に記載の磁気ディスク装置用記録ヘッド。

【請求項8】前記第3の軟磁性体膜と前記第4の軟磁性体膜の間にコイルパターンが存在することを特徴とする請求項1に記載の磁気ディスク装置用記録ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク装置に於いて磁気情報と電気信号の変換を実現する磁気ヘッドに係り、特に高密度記録に適した記録部を安価にかつ、高精度に実現する上で好適な構造を有する磁気ディスク用記録ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】情報記録装置には、主に半導体メモリと磁性体メモリが用いられる。アクセス時間の観点から内部記録装置に半導体メモリが用いられ、大容量かつ不揮発性の観点から外部記録装置に磁性体メモリが用いられる。磁性体メモリの主流は、磁気ディスク装置と磁気テープ装置にある。これらは、アルミニウム(A1)基板、ガラス基板、乃至は樹脂テープを基板とし、その表面に磁性薄膜を成膜した構造体である。この構造体を記録媒体と呼ぶ。記録媒体に磁気情報を書き込むため、電磁変換作用を利用した機能部が用いられる。磁気情報を再生するためには、磁気抵抗現象乃至は、巨大磁気抵抗現象あるいは電磁誘導現象を利用した機能部が用いられる。これら機能部は、磁気ヘッドと呼ばれる入出力用部品に設けられている。

【0003】図2に磁気ディスク装置の概念図を示す。磁気ディスク装置の機構部は、記録媒体2、記録媒体を駆動するモータ3、磁気ヘッド1、磁気ヘッドの位置を制御するアクチュエータ4等から構成される。アクチュエータ4は、回路5からの位置決め信号を受け、磁気ヘッドを所定の位置まで移動させる機能を有する。磁気ヘッド1の位置決めが完了すると、磁気ヘッド1に設けられている入出力機能部にドライバ回路6から書き込み信号が伝達される。この際の信号は、記録媒体の回転速度に同期した基準クロックから生成される。外部装置から読み出し指令信号が入力された場合、磁気情報が存在する位置を制御回路が算出し、この位置に磁気ヘッドを移動させる様に位置決め回路に信号が送られる。位置決めが終了した時点で制御回路により磁気ヘッドの入出力機能部を働かせ磁気情報を検出する。読み出された情報は所定のタイミングで外部記録装置に出力する。

【0004】図3に磁気ヘッドの構成要素である磁気情報と電気信号との変換を実現する素子部の概要を示す。素子部は、電気信号を磁気情報に変換する記録部10と記録媒体からの磁気情報を電気信号に変換する再生部11から構成される。

【0005】記録部をさらに詳細に見ていくと、コイル12を含む様に上部磁極14-2とその先端部14-1および下部磁極15が配置されており、これらから磁路が構成される。この磁路の一部に記録ギャップ16が存在し、該記録ギャップからの漏洩磁界により磁気記録媒体への記録動作を実現する。

【0006】記録トラックの幅は、上部磁極14-1の幅で第一義的に決まる。近年の高密度磁気ディスク装置用ヘッドでは、記録トラックの幅は、0.7 μ m以下迄狭小化している。狭小化に伴い記録トラック幅には高い寸法精度が要求される様になり、これを実現するため、図3に示す様に上部磁極を14-1と14-2の様に2つに分割する構成が取られている。ここに示す基本構成は、例えば、特開平11-149621号及び特開平11-203630号等の公報に詳細が記載されている。

【0007】この構成の磁極14-1は、コイル12形成前乃至はコイルと同じ積層順位の工程で形成される。これは、コイルに形成前の平坦な状態で磁極14-1を形成することで高精度なパターン形成を実現する目的で行われる。

【0008】記録ギャップを構成する磁極14-1と繋がり、下部磁極15との磁路を構成する磁極14-2は、コイル12を形成した後に設ける。同磁極パターンは、記録トラック幅に影響を与えないため、高い精度は必要としない。このため、コイル形成後に生じた高い段差上にもパターンを形成できる。

【0009】再生部11は、巨大磁気抵抗効果を引き出す磁性膜(GMR膜と呼ぶ)に電流を流すための電極とGMR膜を構成する軟磁性膜の磁化状態を制御する永久磁石から主に構成される。更にこれらは、軟磁気特性を有する2枚のシール部材17と18に包まれた形態となっている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述した上部磁極14をパターン精度の必要度に応じて14-1と14-2に分けて形成する手法は、上部磁極を単一のパターンから形成する場合に比べ、既に述べた理由から記録トラック幅の狭小化に対し有利となる。この効果から $0.7\mu\text{m}$ 程度の狭い磁極幅を形成できる様になり、高密度の磁気ディスク装置を実現させることが可能となった。

【0011】しかしながら、上記手法を用いて $0.5\mu\text{m}$ 以下の磁極形成を試みたところパターン幅に対する寸法バラツキ幅の割合が拡大し、記録トラック幅を狭める程、所望の精度で出来上がるヘッドの割合が少なくなるという問題が生じた。

【0012】この原因は、記録トラック幅の狭小化に伴い、記録トラック幅方向への余分な磁界の漏れを少なくするためのトリミング工程にある。

【0013】漏れ磁界を少なくするためには、例えば、図3に示す様に記録ギャップと接する下部磁極の幅を上部磁極の幅に揃えるトリミングの手法が最適である。これを実現するため、上部磁極をマスクに記録ギャップを構成する非磁性膜をエッチングし、更に下部磁極の上面を $0.3\mu\text{m}$ 程エッチングする。これをトリミング処理と呼ぶ。具体的には図中領域 α をエッチングにより除去する処理である。

【0014】この工程には、イオンミリングやスパッタエッチングが用いられる。イオンミリングは、磁性体のエッチングに適しているが、選択性が無いため、下部磁極のエッチング時に上部磁極のエッチング(上部及び側面)も避けられない。この影響から上部磁極のトラック幅がエッチング前の状態から細くなる傾向にある。

【0015】このトラック幅が細くなる影響は、 $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ に及ぶ。このため、記録トラック幅 $0.5\mu\text{m}$ 以下を狙う場合には、幅寸法変化の割合が20%乃至

40%と拡大し、トラック幅の寸法精度に問題が生じる。

【0016】上記のパターン細りの影響は、パターンの細りを予め見込み、当初のパターンサイズを太めに作ることで解消できる。しかし、パターンの細り量のバラツキを初期のパターン形成精度に組み入れる必要があることから、磁極幅を決定するレジストパターンをより高精度に形成することが必要となる。

【0017】このアプローチによる対策は、レジストパターンの形成に高精度の露光装置、すなわち高価格の露光装置を適用する必要があることを意味し、これには、多額の投資が必要となる。このため、安価なヘッドを製造することができなくなるという問題がある。

【0018】本発明の目的は、高精度な露光手段をあえて適用せずに磁極トラック幅を狭小化し、かつ、磁気ヘッドの製造単価を低減できる新規磁気ヘッド構造を開示・提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では下記的手段を用いた。まず、磁路の一部に記録ギャップを有し、該記録ギャップからの漏洩磁界により磁気記録媒体に情報を記録する記録ヘッドに於いて、前記記録ギャップは、第1の軟磁性体膜と第2の軟磁性体膜の間に配置された導電性非磁性膜からなり、前記第1と第2の軟磁性膜はそれぞれ積層方向に漸増するように成膜された部分を備えるようにした。

【0020】また、上記第1の軟磁性体膜と第2の軟磁性体膜はそれぞれ組成の異なる複数の磁性膜から構成することが望ましい。

【0021】さらに、前記第1の軟磁性膜、記録ギャップ膜、第2の軟磁性膜は、第1の軟磁性膜、記録ギャップ膜、第2の軟磁性膜の順に積層されるようにした。

【0022】また、上記第二の軟磁性膜の成膜方向にみた面積は導電性非磁性膜と接する領域の面積が最も狭く、かつ、膜成長方向に対して少なくとも増加する構成とした。

【0023】さらに、記録媒体面に対向する磁気ヘッド面に露出する上記第1の軟磁性体膜、導電性非磁性膜及び第2の軟磁性体膜の形状に於いて、記録トラック幅を制限する第1の軟磁性体膜パターンの幅、導電性非磁性膜パターンの幅、更に第2の軟磁性体膜パターンの幅を各々等しくした。

【0024】また、前記第1の軟磁性体膜の、記録媒体面に対向する磁気ヘッド面に垂直な方向の長さが前記第2の軟磁性体膜の該方向の長さよりも短くした。

【0025】また、第2の軟磁性膜の一部に第3の軟磁性膜パターンを磁氣的に結合すると共に、第1の軟磁性膜の一部に第4の軟磁性膜を磁氣的に結合させ、これら結合部から離れた端部で第3の軟磁性体膜パターンと第4の軟磁性膜パターンとを磁氣的に結合した。

【0026】さらに、第3の軟磁生体膜と第4の軟磁性体膜の間にコイルを存在させた。

【0027】

【発明の実施の形態】図1を用いて本発明の第1の実施例を述べる。図1は、素子部の先端部の拡大図である。素子部は、スライダ部材32の上端部に設けられている。順に素子構成を述べる。

【0028】スライダ部材32と素子との間には非磁性の絶縁物であるアルミナ膜31が存在する。このアルミナ膜上に下層のシールド層18を設ける。この上に非磁性の絶縁性膜を設けた後、GMR膜、永久磁石膜、電極等から構成される再生部11を設ける。これらを含む非磁性の絶縁膜を積層した後、上層のシールド層17を設ける。

【0029】ここまでの構成は、再生部の基本構成であり、他に永久磁石に代わり交換結合膜を用いる場合やGMR膜以外にトンネル型磁気抵抗効果素子等を用いる場合も本発明を適用できることを確認している。

【0030】上部シールド層17の上には非磁性膜19を積層した後、下部磁極15を形成した。下部磁極15と上部シールド層17を兼ねる構成に於いても以下に述べる上部磁極構成を採ることで本発明の範疇に入る。

【0031】下部磁極15の上層には、第1の軟磁性体膜から構成された突起部21が形成されており、同突起を全て含む領域に記録ギャップ膜22が存在する。この記録ギャップ膜は、導電性非磁性膜から構成されている。ここで第1の軟磁性膜は複数の磁性膜から形成した。

【0032】上記導電性非磁性膜22の上に複数の磁性膜から形成された第2の軟磁性体膜23が存在する。第2の軟磁性膜の後端は第3の軟磁性膜14-2と磁気的に接続されている。この第3の軟磁性膜14-2は、コイルを包み、かつ、下部磁極15と磁気的に接続される。この場合、第1の軟磁性膜の一部に第4の軟磁性膜が磁気的に結合され、前記第3の軟磁性膜と第4の軟磁性膜の間にコイルを包み上下磁極が磁気的に接続される構成とすることも本発明の他の実施例となる。

【0033】ここで重要となるのが上記の第1の軟磁性膜21と第2の軟磁性膜23の間に導電性の非磁性膜22が存在し、導電性非磁性膜と接する第1の軟磁性膜の面積が同じく導電性非磁性膜と接する第2の軟磁性膜の面積に比べ小さいことにある。

【0034】図4、図5、図6は、図1を3方向から見た図(図4：上面から見た図、図5：浮上面から見た図、図6：側面から図)である。図6から、導電性非磁性膜22の浮上面からの奥行き方向の長さがわかる。この図6から記録ギャップを構成する導電性非磁性膜22と接する第1の軟磁性膜21の長さが同じく記録ギャップを構成する導電性非磁性膜22と接する第2の軟磁性膜23の長さに比べ短いのがわかる。磁極幅に相当する

幅は、上下の磁極とも略等しいため、長さの違いが面積の差を表していることが理解できる。

【0035】この特徴的な磁極構成は、以下に述べるプロセスから形成できる。下部磁極15を形成した後からの工程を説明する。

【0036】まず、下部磁極の表面にめっき用のシード層30を形成する。下部磁極をめっき用のシード層を兼ねる場合は、敢えてシード層を設ける必要は無い。

【0037】この後、絶縁層35を積層する。この絶縁層は、浮上面に向かってテーパを有し、浮上面近傍では、先に積層したシード層の表面が露出している必要がある。この形状は、レジストパターンを熱処理し、絶縁層とすることで容易に得ることができる。

【0038】この後、フレーム状のレジストパターン(フレームパターン)を形成する(フレームパターンは下記めっき処理後除去するため素子構造には残らない)。このフレームパターンの厚みは少なくとも第1の軟磁性膜、第2の軟磁性膜更に導電性非磁性膜の膜厚の合計より厚くする必要がある。

【0039】次いで上記フレームパターンをマスクに第1の軟磁性膜21、導電性非磁性膜22更に第2の軟磁性膜23を電解めっき法にて積層する。即ち、第1の軟磁性膜、記録ギャップ膜である導電性非磁性膜、第2の軟磁性膜の順にめっき積層される。これらめっき層の膜厚は、第1の軟磁性膜が約 $0.3\mu\text{m}$ 、導電性非磁性膜が約 $0.15\mu\text{m}$ 、第2の軟磁性膜が約 $2\mu\text{m}$ である。また、軟磁性膜としては、組成 $80\text{Ni}20\text{Fe}$ の通称パーマロイ、組成 $46\text{Ni}54\text{Fe}$ の高比抵抗膜、または、高飽和磁束密度の CoNiFe 膜等、従来の記録ヘッドと等しい磁性膜を多層膜として用いることができる。

【0040】フレームパターンは、記録媒体面に対向する磁気ヘッド面に露出する第1の軟磁性体膜、導電性非磁性膜及び第2の軟磁生体膜の幅を夫々規定する。しかしながら、奥行き方向には、絶縁層に乗り上げて形成される(素子段階では、フレームパターンが除去されるため確認はできない)。従って、第1の軟磁性膜は、フレームパターンと絶縁層が無いシード層の開口領域から成長が始まる。この成長は、トラック幅方向には、略垂直に形成されたフレームパターンに沿って成長するが、奥行き方向には、テーパを有する絶縁層に沿って成長範囲が拡大しながら成長する。

【0041】所定の膜厚で第1の軟磁性膜23をめっきした後、導電性非磁性膜22をめっきする。このメッキが第1の軟磁性膜上に成長することは言うまでもない。また、奥行き方向へのめっき領域の拡大が進行するの言うまでもない。

【0042】次いで第2の軟磁性膜21をめっきする。この際のめっきもトラック幅方向には垂直なフレームによる制限を受けるが、奥行き方向には、絶縁層上への拡

大が進行する。これら、第1の軟磁性膜、導電性非磁性膜さらに第2の軟磁性膜の絶縁層上部への乗り上げ量の拡大(記録媒体面に対向する磁気ヘッド面に対し垂直方向軸に投影した幾何学的長さの拡大)により、図6に示す様に上記第2の軟磁性体膜パターンの長さが第1の軟磁性体膜の長さに比べ長くなる。

【0043】上記めっき後、フレームパターンを除去し、第1の軟磁性膜、導電性非磁性膜さらに第2の軟磁性膜から構成される磁極部を形成する。この後、コイルを形成し(図示せず)、更に絶縁層35を積層する。この後、必要により絶縁層の平坦化処理を施す。この平坦化処理の際には、研削量を制御することで、先に形成した磁極部の表面(第2の軟磁性膜の表面)を露出する必要がある。

【0044】この後、絶縁層37を積層し、さらに磁極部の後端位置に(第2の軟磁性膜パターンに接して)第3の軟磁性膜パターン14-2を形成することで磁氣的に結合する。

【0045】上記説明は、浮上面側の磁極(トラック幅を規定する)について述べてきたが、コイルを包む後端部を同時に形成すると同じ積層構成となる。この構成では、浮上面側と同様積層層に導電性非磁性膜が存在するが、面積を広く設定することで磁路抵抗を下げることができ、大きな問題とはならない。勿論、導電性非磁性膜を入れない構造を別途作り込むことも可能であり、この場合も本発明が開示する基本構造に入る。以上いずれかの構成を採ることで第四の軟磁性膜に相当する下部磁極と第三の軟磁性膜を磁氣的に結合することができる。

【0046】上記から明らかな様に、第1の軟磁性膜の一部に第4の軟磁性膜が磁氣的に結合され、これら結合部から離れた端部で第3の軟磁性体膜と第4の軟磁性膜とが磁氣的に結合されている。また、第3の軟磁性体膜と第4の軟磁性体膜の間にコイルが存在する。

【0047】また、他の実施例では図7に示すように、第二の軟磁性膜をその成膜方向にみた面積が導電性非磁性膜と接する領域の面積が最も狭く、かつ、膜成長方向に対して漸増しているように形成した。

【0048】本発明から開示されためっき成長方向に広がりをも有する磁極構成は、上記の実施例に示したごとく、記録ギャップに向かって磁束を絞り込む構成とな

る。このため、強磁界を発生させるに有利となる。また、従来の磁気ヘッドで必須であった上部磁極をマスクに下部磁極の上部をエッチングすることなく、単一のフレームパターンをマスクに目的とする磁極構成を形成できるため安価なヘッドを高精度に作れる。因みに、ヘッド単価を約50円下げる効果があった。

【0049】

【発明の効果】本発明によれば、めっき成長方向(磁極膜厚方向)に広がりをも有する磁極構造を実現できる。上記構造は、記録ギャップに向かって磁束を絞り込む構成となるため、強磁界を発生させるに有利となる。また、従来の磁気ヘッドで必須であった上部磁極をマスクに下部磁極の上部をエッチングすることなく、単一のフレームパターンをマスクに目的とする磁極構成を形成できるためトラック幅を高精度に加工できる。更にトリミングによるパターン精度の劣化がないため、磁極幅を決定するレジストフレームパターンの形成に高額、かつ高精度の露光設備が不要となる。この効果からヘッド単価を約50円低減した安価なヘッドを作ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気ヘッド素子部の概略図である。

【図2】磁気記録装置の概略図である。

【図3】従来の磁気ヘッド素子部の概略図である

【図4】本発明の一例である磁気ヘッド素子の先端部分を上面から見た概略図である。

【図5】本発明の一例である磁気ヘッド素子の先端部分を浮上面から見た概略図である。

【図6】本発明の一例である磁気ヘッド素子の先端部分を側面から見た概略図である。

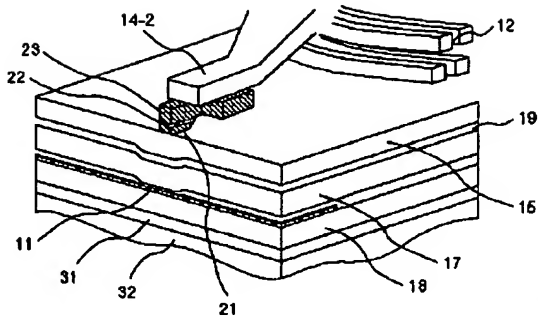
【図7】本発明の他の例である磁気ヘッド素子先端部分の側面から見た概略図である。

【符号の説明】

1…磁気ヘッド、2…記録媒体、3…モータ、4…アクチュエータ、5…制御回路、6…ドライバ回路、11…再生部、12…コイル、14-1…上部磁極先端部、14-2…上部磁極(第3の磁性膜)、15…下部磁極、17…シールド層、18…シールド層、21…第1の磁性膜、22…非磁性導電膜、23…第2の磁性膜、30…シード膜。

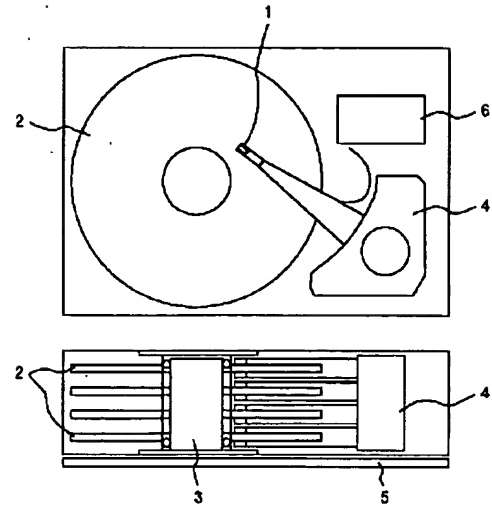
【図1】

図 1



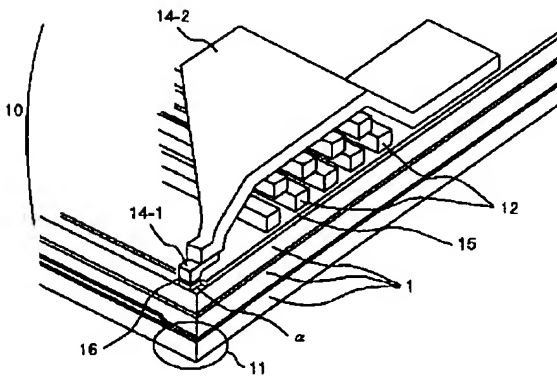
【図2】

図 2



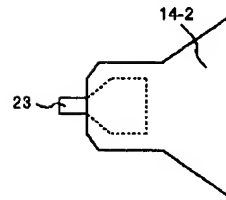
【図3】

図 3



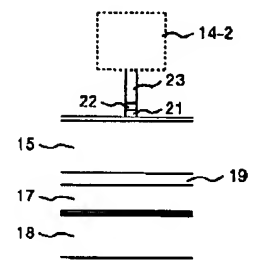
【図4】

図 4



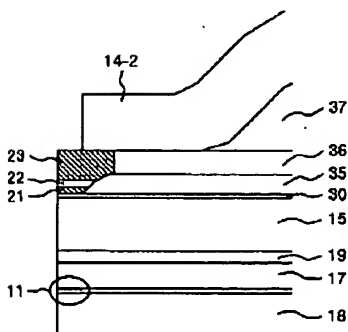
【図5】

図 5



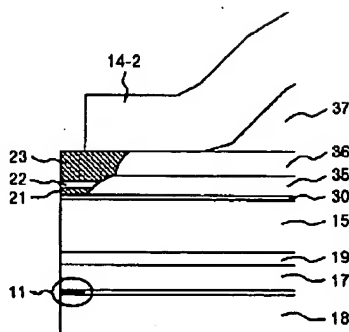
【図6】

図 6



【図7】

図 7



フロントページの続き

(72)発明者 石井 生

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

Fターム(参考) 5D033 BA07 BA12 BA21 BA31 DA04
DA31